


**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**




**ÚSTAV
TECHNIKY
PROSTŘEDÍ**

TEPELNÁ ZTRÁTA PŘILEHLOU ZEMINOU

Roman Vavříčka, Jakub Venzara, Jindřich Boháč


ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí



<http://utp.fs.cvut.cz>
Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

1/15

PŘEHLED NOREM



**ÚSTAV
TECHNIKY
PROSTŘEDÍ**

ČSN 06 0210	– Norma zrušena 1. 9. 2008
ČSN EN 12831	– Norma zrušena 1. 3. 2018
ČSN EN 12831-1	– Účinnost od 1. 10. 2018
ČSN EN ISO 13370	– Norma aktualizována 1. 4. 2018
ČSN EN ISO 13370	– uvádí podrobný výpočet
ČSN EN 12831-1	– uvádí „zjednodušený“ výpočet

2/15

ČSN 06 0210



Výpočet tepelných ztrát místnosti prostupem tepla stěnami a větráním v tzv. kvazistacionárních podmínkách.

Výpočet konstrukce přiléhající k zemině:

- Pro podlahy přiléhajících k zemině je teplota zeminy $t_{gr} = +10\text{ °C}$.
- U ostatních konstrukcí přilehlých k zemině částečně nebo zcela pod úrovní terénu přilehlé zeminy zeminy t_{gr} dle tabulky.

Poloha přilehlé vrstvy zeminy	Teplota přilehlé zeminy t_{gr} [°C] při t_e			
	-12 °C	-15 °C	-18 °C	-21 °C
Pod podlahou	+5	+5	+5	+5
U svislé stěny $h < 1\text{ m}$	-3	-3	-6	-6
U svislé stěny $h > 1\text{ a } < 2\text{ m}$	0	0	-3	-3
U svislé stěny $h > 2\text{ a } < 3\text{ m}$	+3	+3	0	0
U svislé stěny $h > 3\text{ m}$	+5	+5	+5	+5

3/15

PRINCIP EVROPSKÝCH NOREM



Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ je závislá na jednotlivých tepelných tocích $H_{T,i}$ [W/K]

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ia} + H_{T,iae} + H_{T,iaBE} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$= \left(H_{T,ie} + \sum H_{T,ia(...)} + H_{T,ig} \right) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

4/15

PRINCIP EVROPSKÝCH NOREM

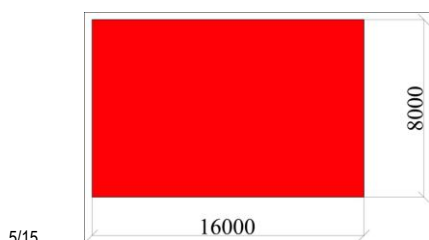


Charakteristický parametr podlahy B' :

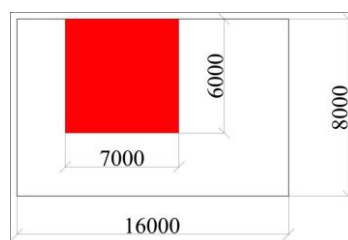
$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}}$$

kde
 B' – charakteristický parametr [m]
 S – plocha podlahy [m²]
 O – obvod podlahy oddělující vytápěný prostor uvažované části podlahy od venkovního prostředí [m]

$$B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}} = \frac{16 \cdot 8}{0,5 \cdot 2 \cdot (16 + 8)} = 5,33 \text{ [m]} \quad B' = \frac{S_{\text{podlahy}}}{0,5 \cdot O_{\text{podlahy}}} = \frac{6 \cdot 7}{0,5 \cdot 7} = 12 \text{ [m]}$$



5/15



ČSN EN 12 831 (DO 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

Zjednodušená metoda

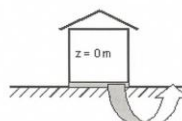
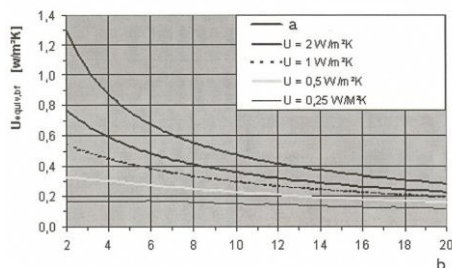
$$H_{T,g} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w \cdot \sum S_{\text{podlahy}} \cdot U_{\text{equiv,podlahy}}$$

$$f_{g2} = \frac{t_{iv} - t_{e,m}}{t_{iv} - t_{ev}}$$

průměrná
venkovní teplota
za otopné období

kde


- f_{g1} – součinitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty (dle ČSN EN 12 831 $f_{g1} = 1,45$) [-]
- f_{g2} – teplotní redukční součinitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou za otopné období a výpočtovou venkovní teplotou [-]
- $U_{\text{equiv,podl.}}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla [W/m²·K]



$U_{\text{equiv,bf}}$

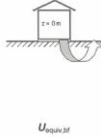
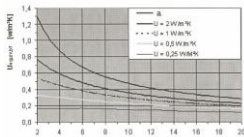
6/15

ČSN EN 12 831 (DO 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m R_n + R_{se}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_{n=1}^m \frac{s_n}{\lambda_n} + R_{se}}$$




ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – 2011 (výťah z normy – Tabulka č.3)

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla U [W/m²·K]		
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
Stěna vnější Stěna k nevytápěné půdě Střecha strmá se sklonem > 45°	lehká	0,30	0,20	0,18 až 0,12
	těžká		0,25	
Strop pod nevytápěnou půdou (střecha bez tepelné izolace)		0,30	0,20	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem Střecha plochá a šikmá se sklonem < 45°		0,24	0,16	0,15 až 0,10
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině		0,45	0,30	0,22 až 0,15

7/15

ČSN EN 12 831 – 1 (OD 1. 10. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

$$H_{T,g} = f_{\theta ann} \cdot \sum_k (A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k})$$

$f_{\theta ann}$

– opravný činitel zohledňující vliv změny venkovní teploty v průběhu roku (dle normy 1,45) [-],

A_k

– plocha stavební část, která je v přímém kontaktu se zeminou [m²],

$f_{GW,k}$

– opravný činitel zohledňující vliv spodní vody [-],

$f_{ig,k}$

– teplotní opravný činitel [-],

$U_{equiv,k}$


– ekvivalentní součinitel prostupu tepla v kontaktu se zeminou [W/m²·K].

$$f_{ig,k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{e,m}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

průměrná venkovní teplota za otopné období

8/15

ČSN EN 12 831 – 1 (OD 1. 10. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

$$H_{T,g} = f_{\vartheta ann} \cdot \sum_k (A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k})$$
$$U_{equiv,k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{TB})^{n_3}} + d$$


	a	b	c ₁	c ₂	c ₃	n ₁	n ₂	n ₃	d
Podlaha	0,9671	-7,455	10,76	9,773	0,0265	0,5532	0,6027	-0,9296	-0,0203
Stěna sklepa	0,93328	-2,1552	0 ^a	1,466	0,1006	0 ^a	0,45325	-1,0068	-0,0692

^a Na tepelnou ztrátu stěnami sklepa nemá B' žádný vliv; pro zachování integrity vzorce, však musí být zajištěno B' ≠ 0.

U_k - součinitel prostupu tepla, který se stanoví jako pro konstrukci, která není v kontaktu se zeminou, ale se vzduchem

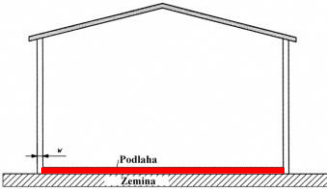
9/15

ČSN EN ISO 13 370 (OD 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

Podlaha na zemině



$$d_t = w + \lambda_{zeminy} \cdot (R_{si} + R_t + R_{se})$$
$$d_t < B' \Rightarrow U_{podlahy} = \frac{2 \cdot \lambda_{zeminy}}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right)$$
$$d_t \geq B' \Rightarrow U_{podlahy} = \frac{\lambda_{zeminy}}{0,457 \cdot B' + d_t}$$

kde

d_t

– celková ekvivalentní tloušťka podlahy [m]

R_{si}

– tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 - $R_{si} = 0,17$ – tepelný tok dolů) [m²·K/W]

R_t

– tepelný odpor podlahy (tj. všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy) [m²·K/W]

R_{se}

– tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 - $R_{se} = 0,04$ – tepelný tok dolů) [m²·K/W]

10/15

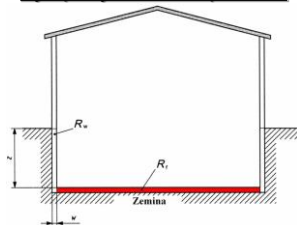
5

ČSN EN ISO 13 370 (OD 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

Vytápěný suterén - podlaha



$$d_t = w + \lambda_{zeminy} \cdot (R_{si} + R_f + R_{se})$$

$$(d_t + 0,5 \cdot z) < B' \Rightarrow U_{podlahy} = \frac{2 \cdot \lambda_{zeminy}}{\pi \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right)$$

$$(d_t + 0,5 \cdot z) \geq B' \Rightarrow U_{podlahy} = \frac{\lambda_{zeminy}}{0,457 \cdot B' + d_t + 0,5 \cdot z}$$

kde

d_t – celková ekvivalentní tloušťka podlahy [m]

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 - $R_{si} = 0,17$ – tepelný tok dolů) [m²·K/W]

R_f – tepelný odpor podlahy (tj. všech celoplošných tepelně-izolačních vrstev, včetně nášlapné vrstvy) [m²·K/W]

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně (viz. tabulka ČSN EN ISO 6946 - $R_{se} = 0,04$ – tepelný tok dolů) [m²·K/W]

11/15

ČSN EN ISO 13 370 (OD 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

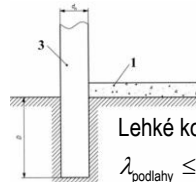
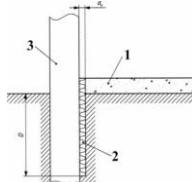
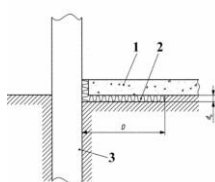
$$H_{T,g} = \left[S_{podlahy} \cdot \left(U_{podlahy} + \frac{2 \cdot \Psi_{g,e}}{B'} \right) + O_{podlahy} \cdot (\Psi_g \cdot \Psi_{g,e}) \right] \cdot G_w$$

kde

Ψ_g – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv napojení stěna/podlaha [W/m·K]

$\Psi_{g,e}$ – lineární činitel prostupu tepla zastupující vliv okrajové izolace podlahy [W/m·K] (pokud není okrajová izolace použita do výpočtu se nezahrnuje, tj. $\Psi_{g,e} = 0$)

G_w – korekční činitel zahrnující vliv spodní vody[-], $G_w = 1$ (vzdálenost L mezi úrovní základů a hladinou spodní vody je větší než 1 m), $G_w = 1,15$ ($L < 1$ m), nebo příloha H – ČSN EN ISO 13 370



Lehké konstrukce

$$\lambda_{podlahy} \leq \lambda_{zeminy}$$

Legenda → 1-podlaha, 2-vodorovná (svislá) okrajová izolace, 3-základová stěna

Ψ podrobně ČSN EN ISO 13 370 – příloha B
Tabelované hodnoty Ψ viz. ČSN EN ISO 14 683

12/15

ČSN EN ISO 13 770 (OD 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

ČSN EN ISO 14 683 (výťah z normy – Tabulka A.2)

Stěna	Lehká stěna (včetně lehkého zdiva a stěn z dřevěných rámu)	Tepelně izolační vrstva	Deska/sloup	Rám okna
Podlahy na zemině				
 GF1 $\Psi_s = 0,65$ $\Psi_{sa} = 0,80$ $\Psi_{si} = 0,80$	 GF2 $\Psi_s = 0,60$ $\Psi_{sa} = 0,75$ $\Psi_{si} = 0,75$	 GF3 $\Psi_s = 0,55$ $\Psi_{sa} = 0,70$ $\Psi_{si} = 0,70$	 GF4 $\Psi_s = 0,50$ $\Psi_{sa} = 0,65$ $\Psi_{si} = 0,65$	
 GF5 $\Psi_s = 0,60$ $\Psi_{sa} = 0,75$ $\Psi_{si} = 0,75$	 GF6 $\Psi_s = 0,45$ $\Psi_{sa} = 0,60$ $\Psi_{si} = 0,60$	 GF7 $\Psi_s = -0,05$ $\Psi_{sa} = 0,10$ $\Psi_{si} = 0,10$	 GF8 $\Psi_s = 0,05$ $\Psi_{sa} = 0,20$ $\Psi_{si} = 0,20$	

Indexy vztaženy na – e-vnější rozměry, i-vnitřní rozměry

13/15

ČSN EN ISO 13 370 (OD 1. 4. 2018)



Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g):

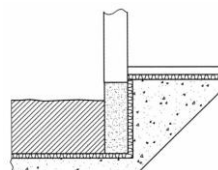
Podrobně:

$$B'=3,429 \text{ [m]}, d_t = 5,94 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned}
 H_{T,g} &= \left[S_{podlahy} \cdot \left(U_{podlahy} + \frac{2 \cdot \Psi_{g,e}}{B'} \right) + O_{podlahy} \cdot (\Psi_g + \Psi_{g,e}) \right] \cdot G_w = \\
 &= \left[48 \cdot \left(0,23 + \frac{2 \cdot (-0,027)}{3,429} \right) + 28 \cdot (0,04 + (-0,027)) \right] \cdot 1 = 10,65 \text{ [W/K]}
 \end{aligned}$$

Zjednodušeně – zanedbáním vlivu okrajové izolace:

$$H_{T,g} = S_{podlahy} \cdot U_{podlahy} = 48 \cdot 0,23 = 11,04 \text{ [W/K]}$$

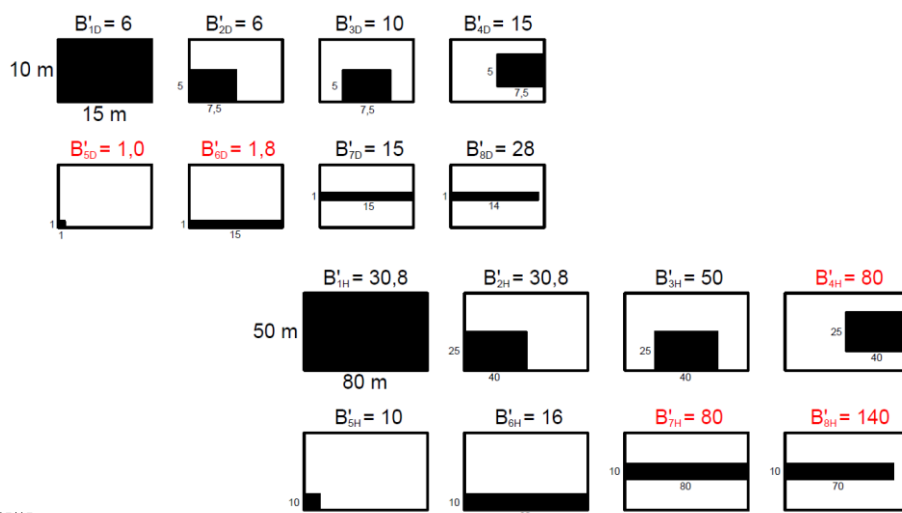


14/15

PŘÍKLADY VÝPOČTU

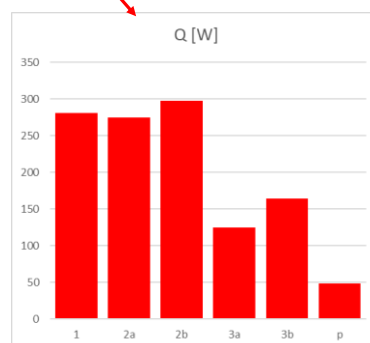
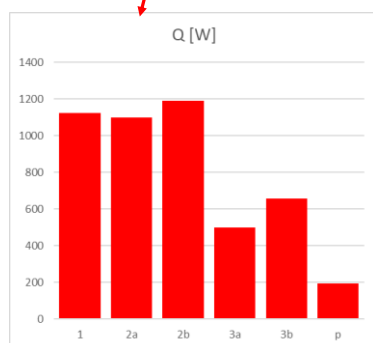
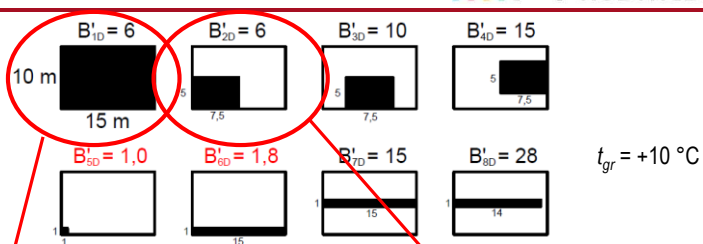


JAKÉ JSOU ROZDÍLY A CO MÁM TEDY POČÍTAT?



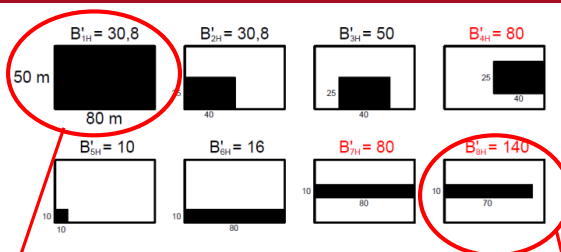
15/15

NEPODSKLEPENÉ MÍSTNOSTI

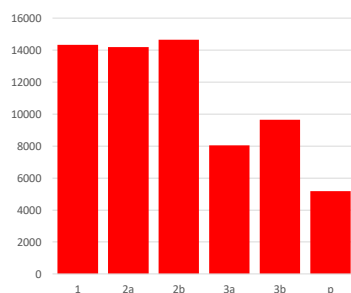


16/15

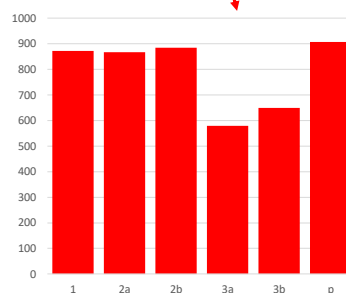
NEPODSKLEPENÉ MÍSTNOSTI

 $t_{gr} = +10\text{ °C}$

Q [W]

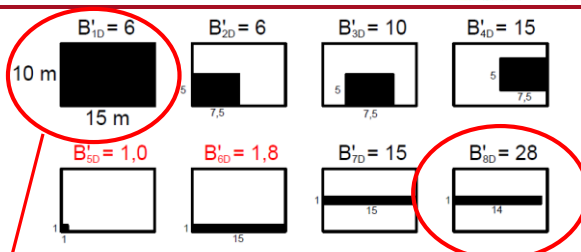
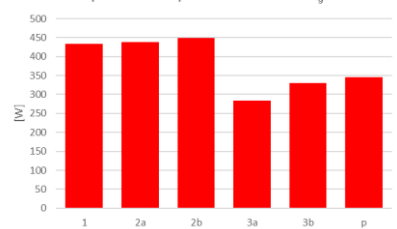
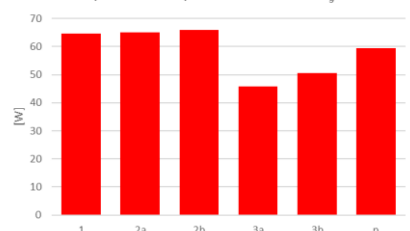


Q [W]



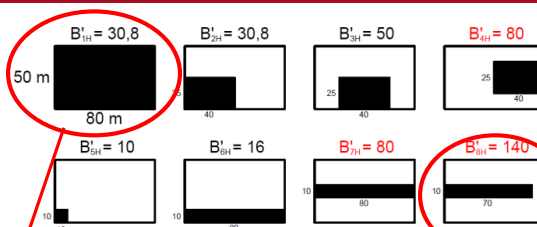
17/15

PODSKLEPENÉ MÍSTNOSTI

 $t_{gr} = +10\text{ °C}$ Tepelná ztráta přilehlou zeminou Q_g Tepelná ztráta přilehlou zeminou Q_g 

18/15

PODSKLEPENÉ MÍSTNOSTI



$t_{gr} = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$



19/15

DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>
Roman.Vavricka@fs.cvut.cz



20/15